



**MORSKI  
INSTYTUT  
RYBACKI**

**PAŃSTWOWY  
INSTYTUT  
BADAWCZY**



Fundusze Europejskie  
dla Rybactwa



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



# **ZASTOSOWANIE HYDROLIZATÓW PROTEIN Z RYB W PASZACH DLA AKWAKULTURY**

**dr hab. inż. Joanna Szlinder-Richert, prof. MIR-PIB**

Morski Instytut Rybacki – Państwowy Instytut Badawczy



**PRZYSZŁOŚĆ AKWAKULTURY**

Ostróda, czerwiec 2026





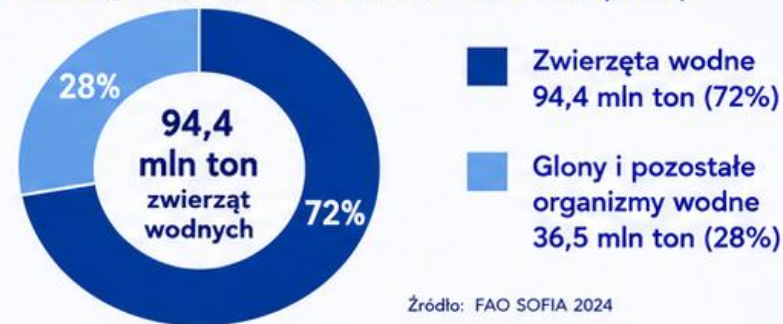
# DYNAMICZNY WZROST AKWAKULTURY ZWIĘKSZA ZAPOTRZEBOWANIE NA ZRÓWNOWAŻONE KOMPONENTY PASZOWE

## ŚWIATOWA PRODUKCJA AKWAKULTURY (mln ton)



Produkcja akwakultury osiągnęła 130,9 mln ton w 2022 r., z czego 94,4 mln ton stanowiły zwierzęta wodne.

## STRUKTURA ŚWIATOWEJ AKWAKULTURY (2022)



Źródło: FAO SOFIA 2024



## PRODUKCJA PASZ DLA AKWAKULTURY

**53 mln ton pasz (2024)**

Globalna produkcja pasz dla akwakultury

Rosnąca produkcja ryb =  
rosnące zapotrzebowanie  
na składniki paszowe

Źródło: Alltech Agri-Food Outlook 2025

## WYMAGANIA WOBEC NOWYCH KOMPONENTÓW PASZOWYCH

- ✓ wysoka wartość odżywcza
- ✓ wysoka strawność
- ✓ bezpieczeństwo stosowania
- ✓ stabilna dostępność surowca
- ✓ konkurencyjny koszt
- ✓ niski ślad środowiskowy
- ✓ zgodność z zasadami gospodarki obiegu zamkniętego



Dalszy wzrost produkcji akwakultury jest uzależniony od dostępności zrównoważonych komponentów paszowych. Produkty uboczne przetwórstwa ryb mogą stanowić lokalne źródło wysokiej jakości białka do produkcji pasz dla akwakultury.

### ŹRÓDŁA:

- FAO. 2024. The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 (SOFIA). Rome, FAO.
- Alltech. 2025. Agri-Food Outlook 2025 – Global Aquafeed Production Survey.





# PRODUKTY UBOCZNE Z POLSKIEGO PRZETWÓRSTWA RYB JAKO KOMPONENT PASZ DLA AKWAKULTURY



## POLSKIE PRZETWÓRSTWO RYB



- Polska należy do największych przetwórców ryb w Europie.
- Dominujące gatunki:

łosoś atlantycki  
dorsz  
mintaj  
plamiak  
morszczuk

Znaczne ilości  
produktów  
ubocznych  
powstają na każdym  
etapie przetwórstwa.



## PRODUKTY UBOCZNE



Głowy



Skóry



Kręgosłupy



### AKTUALNE ZAGOSPODAROWANIE



mączka rybna



karmy dla zwierząt



olej rybny



eksport surowca



### PROBLEM

- Znaczna część produktów ubocznych sprzedawana jest jako surowiec o niskiej wartości dodanej.
- Nie wszystkie frakcje cieszą się takim samym zainteresowaniem odbiorców.
- Szczególnie ograniczony popyt dotyczy często kręgosłupów rybnych.



## PYTANIE BADAWCZE

Czy produkty uboczne z polskiego przetwórstwa ryb mogą stanowić wartościowe źródło białka dla pasz stosowanych w akwakulturze?





# MAŁCZKA RYBNA A HYDROLIZATY PROTEIN RYBNYCH NAJWAŻNIEJSZE RÓŻNICE



## 1. CZYM RÓŻNIĄ SIĘ POD WZGLĘDEM SKŁADU?



### MAŁCZKA RYBNA

Skład:

- ✓ pełnowartościowe białko
- ✓ peptydy długolłańcuchowe
- ✓ tłuszcze rybne
- ✓ składniki mineralne (Ca, P)
- ✓ niewielka ilość wolnych aminokwasów

Charakterystyka:

- białko w postaci dużych cząsteczek
- wolniejsze trawienie
- źródło białka podstawowego



### HYDROLIZATY PROTEIN RYBNYCH

Skład:

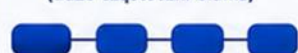
- ✓ krótkie peptydy
- ✓ oligopeptydy
- ✓ wolne aminokwasy
- ✓ peptydy bioaktywne
- ✓ związki smakowo-zapachowe

Charakterystyka:

- małe cząsteczki
- szybkie wchłanianie
- wysoka biodostępność
- działanie funkcjonalne

### WIZUALIZACJA

MAŁCZKA RYBNA  
(duże cząsteczki białka)



HYDROLIZAT  
(krótkie peptydy i aminokwasy)



## 2. JAK SĄ OTRZYMYWANE?

### MAŁCZKA RYBNA



Surowiec rybny



GOTOWANIE



PRASOWANIE



SUSZENIE



MIELENIE



MAŁCZKA RYBNA

Efekt produktu końcowego

- ✓ zachowana struktura białka
- ✓ wysoka koncentracja składników
- ✓ dobra trwałość magazynowa

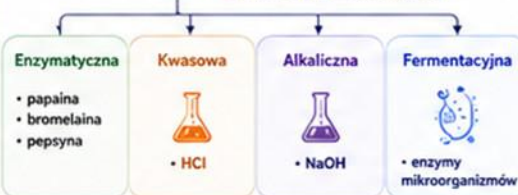
### HYDROLIZATY PROTEIN



Surowiec rybny



HYDROLIZA  
(enzymatyczna, kwasowa,  
alkaliczna lub fermentacyjna)



ROZPAD BIAŁEK



SUSZENIE /  
ZAGĘSZCZANIE



HYDROLIZAT PROTEIN

Efekt produktu końcowego

- ✓ rozpad białek do peptydów
- ✓ wysoka dostępność aminokwasów
- ✓ obecność peptydów bioaktywnych



## 3. PORÓWNANIE WŁAŚCIWOŚCI

| Cecha                      | Małczka rybna | Hydrolizat |
|----------------------------|---------------|------------|
| Profil EAA                 | ★★★★★         | ★★★★★      |
| Strawność                  | ★★★★☆         | ★★★★★      |
| Smakowość                  | ★★★★☆         | ★★★★★      |
| Szybkość wchłaniania       | ★★★★☆         | ★★★★★      |
| Biodostępność aminokwasów  | ★★★★☆         | ★★★★★      |
| Peptydy bioaktywne         | ★★★☆☆         | ★★★★★      |
| Źródło białka podstawowego | ★★★★★         | ★★★☆☆      |
| Składnik funkcjonalny      | ★★★☆☆         | ★★★★★      |

### NAJWAŻNIEJSZE KORZYŚCI HYDROLIZATÓW



szybsze  
trawienie



szybsze  
wchłanianie



wyższa  
smakowość



potencjalna  
poprawa FCR



wsparcie  
zdrowia jelit



potencjalna  
poprawa  
odporności

## MAŁCZKA RYBNA I HYDROLIZATY NIE KONKURUJĄ ZE SOBĄ — PEŁNIĄ RÓŻNE FUNKCJE



### MAŁCZKA RYBNA

→ podstawowe źródło białka i aminokwasów



### HYDROLIZATY PROTEIN RYBNYCH

→ funkcjonalny składnik poprawiający smakowość,  
strawność i wykorzystanie paszy



ŹRÓDŁA: FAO (2011). Feed Ingredients and Fertilizers for Farmed Aquatic Animals – Sources and Composition.

Kristinsson H.G., Rasco B.A. (2000). Fish Protein Hydrolysates: Production, Biochemical and Functional Properties.

Chalamaiah M. et al. (2012). Fish Protein Hydrolysates: Proximate Composition, Functional Properties and Applications.

Hou Y. et al. (2017). Fish Protein Hydrolysates as Functional Feed Ingredients in Aquaculture.

Shahidi F., Synowiecki J. (1997). Protein Hydrolysates from Seafood Processing Discards.



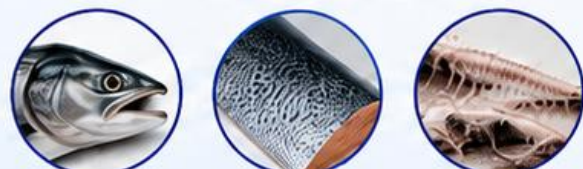
# POLSKIE PRZETWÓRSTWO RYBNE JAKO ŹRÓDŁO SUROWCA DO PRODUKCJI HYDROLIZATÓW

## ŁOSOŚ ATLANTYCKI



≈ 240  
tys. ton  
surowca rocznie

### PRODUKTY UBOCZNE



Głowy

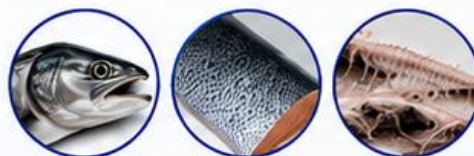
Skóry

Kręgosłupy

33–44% masy surowca

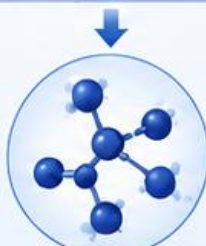
79–106 tys. ton  
produktów ubocznych

## OD PRODUKTÓW UBOCZNYCH DO HYDROLIZATU



Produkty uboczne ryb

HYDROLIZA ENZYMATYCZNA  
papaina • bromelaina



HYDROLIZAT  
PROTEIN RYBNYCH

Dane MIR-PIB



WYDAJNOŚĆ  
PROCESU

10–15%

(skóry, kręgosłupy  
i szkielet mięśniowa)



ZAWARTOŚĆ  
BIAŁKA

>90%

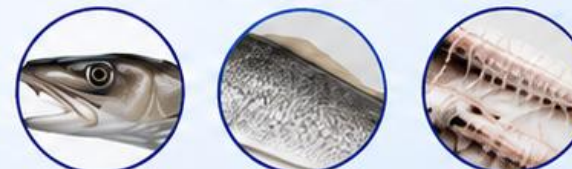
## RYBY BIAŁE

(dorsz, mintaj, morszczuk, czarniak, plamiak)



≈ 211  
tys. ton  
rocznie

### PRODUKTY UBOCZNE



Głowy

Skóry

Kręgosłupy

40–60% masy surowca

84–127 tys. ton  
produktów ubocznych

## SZACOWANY POTENCJAŁ PRODUKCJI HYDROLIZATÓW W POLSCE

| Źródło surowca | Produkty uboczne | Hydrolizaty* |
|----------------|------------------|--------------|
| Łosoś          | 79–106 tys. t    | 8–12 tys. t  |
| Ryby białe     | 84–127 tys. t    | 8–19 tys. t  |

### ŁĄCZNIE

16–30  
tys. ton

hydrolizatów protein rybnych  
rocznie

\* przy założeniu wydajności hydrolizy enzymatycznej 10–15%



EAA SCORE ≈ 80

Profil aminokwasowy bardzo dobrze  
dopasowany do wymagań ryb hodowlanych



PRODUKTY UBOCZNE PRZETWÓRSTWA ŁOSOŚIA I RYB BIAŁYCH STANOWIĄ CENNE ŹRÓDŁO SUROWCA DO PRODUKCJI WYSOKOBIAKOWYCH HYDROLIZATÓW PROTEIN RYBNYCH (>90% BIAŁKA).

### Źródło:

- Eurofish (2024) – Health Fish Processing Sector
- NISC (2025) – Whitefish Market Analysis Poland
- MIR-PIB (2024) – Przetwórstwo ryb w Polsce – raport branżowy
- FAO (2025) – Fishery and Aquaculture By-Products GLOBAL Review





# RODZAJE PASZ STOSOWANYCH W AKWAKULTURZE

## TECHNOLOGIE STOSOWANE W PRODUKCJI PASZ



ROZDRABNIANIE  
surowców



MIESZANIE  
składników



KONDYCJONOWANIE  
nawilżanie, para,  
temperatura



FORMOWANIE  
peletowanie  
lub ekstruzja



SUSZENIE  
stabilizacja paszy



NAŁUSZCZANIE  
powlekanie olejem



CHŁODZENIE  
I PAKOWANIE  
zapewnienie jakości

| TYP PASZY                                                                                                                 | TECHNOLOGIA PRODUKCJI                                                                      | ZASTOSOWANIE                                                                  | ZALETY                                                                                                                                                     | WADY                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  PASZE PELETOWANE<br>TONĄCE<br>(GRANULAT) | Mieszanie →<br>kondycjonowanie →<br>peletowanie → suszenie                                 | Gatunki denne i wszystkożerne,<br>stosowane głównie<br>dla karpia             | + niższe koszty produkcji<br>+ dobra stabilność w wodzie<br>+ odpowiednie dla wielu<br>gatunków                                                            | - mniejsza strawność niż<br>w paszach ekstrudowanych<br>- ograniczona możliwość<br>regulacji wyporności                    |
|  PASZE EKSTRUOWANE<br>PŁYWAJĄCE           | Mieszanie →<br>kondycjonowanie →<br>ekstruzja (z ekspansją) →<br>suszenie → nałuszczenie   | Gatunki żerujące w toni<br>o ograniczonej zdolności<br>do żerowania przy dnie | + wysoka strawność<br>+ dobra stabilność w wodzie<br>+ możliwość uzyskania różnych<br>rozmiarów i gęstości<br>+ większa kontrola nad składem<br>i jakością | - wyższe koszty inwestycyjne<br>- większe zużycie energii<br>- wrażliwość na przegrzanie<br>(utrata składników wrażliwych) |
|  PASZE EKSTRUOWANE<br>TONĄCE            | Mieszanie →<br>kondycjonowanie →<br>ekstruzja (bez ekspansji) →<br>suszenie → nałuszczenie | Gatunki denne i wszystkożerne<br>żerujące przy dnie                           | + wysoka strawność<br>+ wysoka stabilność w wodzie<br>+ możliwość precyzyjnego<br>dopasowania składu<br>+ dobra kontrola jakości i kształtu                | - wyższe koszty inwestycyjne<br>- większe zużycie energii                                                                  |

### CZYNNIKI KLUCZOWE PODCZAS PRODUKCJI PASZY



WYSOKA JAKOŚĆ SUROWCÓW  
wartość odżywcza, świeżość,  
bezpieczeństwo mikrobiologiczne



ODPOWIEDNI SKŁAD I BILANS  
SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH  
białko, lipidy, węglowodany, witaminy,  
minerały, aminokwasy



PARAMETRY PROCESU  
technologia, temperatura,  
wilgotność, czas kondycjonowania  
i ekstruzji



STABILNOŚĆ PASZY W WODZIE  
trwałość granulatu, ograniczenie  
wypłukiwania składników



SMAKOWITOŚĆ I POBIERANIE PASZY  
atrakcyjny zapach, wielkość i kształt  
granulatu, kolor



BEZPIECZEŃSTWO I POWTARZALNOŚĆ  
JAKOŚCI  
kontrola zanieczyszczeń, identyfikowalność,  
powtarzalność składu

### ŹRÓDŁA INFORMACJI

- FAO. 2020. Aquafeed formulation and production. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 643. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9228en>
- Tacon, A.G.J. & Metian, M. 2008. Fishing for feed or fishing for food: increasing global competition for small pelagic forage fish. *Ambio*, 37(6): 294–302.
- Gatlin, D.M. III, Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Hu, G., Krogdahl, Å., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Solos, Salesi, J., Sikorski, J., Stone, D., Wilson, R., Wurtele, E.S. 2007. Exploring the formulation of sustainable plant protein based aquafeeds. *Aquaculture Research*, 38(6): 551–579.
- Naylor, R.L., Hardy, R.W., Buschmann, A.H. 2021. Aquaculture Feeds and Sustainability, *Annual Review of Environment and Resources*, 46: 199–168.







# WYMAGANIA STAWIANE PASZOM



## ZBILANSOWANA GATUNKOWO

Dostosowana do potrzeb żywieniowych danego gatunku i etapu produkcji.



## BEZPIECZNA MIKROBIOLOGICZNIE I CHEMICZNIE

Wolna od patogenów, mykotoksyn, metali ciężkich i pozostałości chemicznych.



## STRAWNA

Składniki łatwo przyswajalne, zapewniające wysokie wykorzystanie składników odżywczych.



## STABILNA W WODZIE

Zachowuje strukturę, nie rozpada się zbyt szybko, ogranicza straty składników odżywczych i zanieczyszczenie wody.



## CHĘTNIE POBIERANA

Atrakcyjna smakowo i zapachowo, odpowiednia forma i wielkość granulatu.



## POWTARZALNA JAKOŚCIOWO

Stały skład, wartość odżywcza i właściwości fizyczne w każdej partii produkcyjnej.



## EKONOMICZNA

Zapewnia dobre wyniki chowu przy optymalnym koszcie produkcji.



## WYMAGANIA PRAWNE



W UE pasze muszą być:

- ✓ bezpieczne
- ✓ prawidłowo oznakowane
- ✓ identyfikowalne
- ✓ zgodne z wymaganiami dotyczącymi wprowadzania do obrotu.



Rozporządzenie (WE) nr 767/2009 obejmuje m.in.:

- etykietowanie
- opakowanie
- prezentację
- stosowanie pasz



Dodatki paszowe reguluje rozporządzenie (WE) nr 1831/2003.

Dodatki dzielone są m.in. na:

- technologiczne
  - sensoryczne
  - żywieniowe
  - zootechniczne
- ✓ Stosować można tylko dodatki autoryzowane.



### ŹRÓDŁA INFORMACJI

- Tacon, A.G.J., Metian, M. i Hasan, M.R. 2009. Feed ingredients and fertilizers for farmed aquatic animals – Sources and composition. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 540. FAO, Rzym.
- Rozporządzenie (WE) nr 767/2009 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 lipca 2009 r. w sprawie wprowadzania do obrotu i stosowania pasz oraz zmieniające je rozporządzenie (UE) 2017/2279.
- Rozporządzenie (WE) nr 1831/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 września 2003 r. w sprawie dodatków paszowych.







# GŁÓWNE SKŁADNIKI PASZ I ICH FUNKCJE

## SKŁADNIK

## FUNKCJE



### BIAŁKO

Budulec tkanek, enzymów i hormonów;  
wspiera wzrost i regenerację organizmu.



### WĘGLOWODANY

Główne źródło energii; wspierają pracę układu  
nerwowego i procesy metaboliczne.



### TŁUSZCZE

Skoncentrowane źródło energii; dostarczają niezbędnych  
kwasów tłuszczowych; wspierają wchłanianie witamin.



### WITAMINY I MINERAŁY

Regulują procesy metaboliczne; wzmacniają odporność;  
wpływają na zdrowie i prawidłowy rozwój.



### SKŁADNIKI FUNKCJONALNE (np. probiotyki, prebiotyki, immunostymulatory)

Wspierają zdrowie jelit i odporność; poprawiają wykorzystanie  
składników odżywczych i efektywność żywienia.



### DODATKI TECHNOLOGICZNE (np. lepszczka, przeciwutleniacze, stabilizatory)

Zapewniają jakość i trwałość paszy; ułatwiają proces produkcji  
i poprawiają stabilność składników odżywczych.







# ŹRÓDŁA SKŁADNIKÓW PASZ



## ŹRÓDŁA BIAŁKA

### ZWIERZĘCE

-  mączka rybna
-  produkty uboczne rybołówstwa
-  mączki z drobiu
-  mączki mięsno-kostne
-  mączki z owadów

### ROŚLINNE

-  śruta sojowa
-  śruta rzepakowa
-  śruta słonecznikowa
-  groch, bobik
-  gluten pszenny
-  gluten kukurydziany

### JEDNOKOMÓRKOWE

-  drożdże
-  algi
-  bakterie
-  biomasa fermentacyjna



## ŹRÓDŁA TŁUSZCZÓW

### OLEJE MORSKIE

-  olej rybny
-  oleje z produktów ubocznych przetwórstwa ryb

### TŁUSZCZE ZWIERZĘCE

-  tłuszcz drobiowy
-  tłuszcz wieprzowy
-  łój wołowy

### OLEJE ROŚLINNE

-  olej rzepakowy
-  olej sojowy
-  olej słonecznikowy
-  olej lniany



## ŹRÓDŁA WĘGLOWODANÓW

### ZBOŻA

-  pszenica
-  kukurydza
-  jęczmień
-  owies

### PRODUKTY SKROBIOWE

- skrobia pszenna
- skrobia kukurydziana

### PRODUKTY UBOCZNE PRZEMYSŁU ZBOŻOWEGO

- ❖ otręby
- ❖ śruty zbożowe
- ❖ młóto





# JAK OCENIAMY JAKOŚĆ BIAŁKA? – EAA SCORE



## 1. CO TO JEST EAA?

EAA (Essential Amino Acids)  
= aminokwasy egzogenne,  
których ryby nie potrafią syntetyzować  
i muszą otrzymywać z paszą.

### PROFIL REFERENCYJNY EAA DLA RYB HODOWLANYCH (% sumy EAA)<sup>3</sup>

|                  |              |             |
|------------------|--------------|-------------|
| Leucyna          | (Leu)        | 13,5%       |
| Lizyna           | (Lys)        | 13,3%       |
| Arginina         | (Arg)        | 11,6%       |
| Treonina         | (Thr)        | 10,6%       |
| Fenylalanina     | (Phe)        | 9,5%        |
| Walina           | (Val)        | 9,5%        |
| Izoleucyna       | (Ile)        | 7,5%        |
| Tyrozyna         | (Tyr)        | 6,5%        |
| <b>Metionina</b> | <b>(Met)</b> | <b>5,4%</b> |
| Histydyna        | (His)        | 4,8%        |
| Cysteina         | (Cys)        | 2,7%        |
| Tryptofan        | (Trp)        | 1,7%        |



**Metionina** jest najczęściej  
aminokwasem **limitującym** w składnikach  
pasz pochodzenia roślinnego i wielu  
alternatywnych źródłach białka.



EAA Score odpowiada poziomowi najbardziej ograniczającego aminokwasu  
względem wymagań ryb. Im wyższy EAA Score, tym lepsze dopasowanie białka  
do potrzeb ryb i mniejsza potrzeba suplementacji aminokwasów syntetycznych.



ŹRÓDŁO: FAO. Feed Ingredients and Fertilizers for Farmed Aquatic Animals – Sources and Composition,  
rozdz. 6.1, tabela 58, s. 133–138; profil wymagań EAA wg Ogino (1980).



## 2. JAK LICZONY JEST EAA SCORE?



### KROK 1

Obliczamy udział każdego  
aminokwasu w całkowitej  
puli EAA w składniku.

### KROK 2

Porównujemy udział  
każdego aminokwasu  
z wymaganiami ryb.

### KROK 3

Wyznaczamy aminokwas  
najbardziej ograniczający  
(najniższy stosunek).

$$\text{EAA SCORE} = \frac{\text{aminokwas w składniku}}{\text{wymaganie ryby}} \times 100$$

### PRZYKŁAD

**Met**

metionina  
(aminokwas  
limitujący)

zawartość Met w składniku = 3,5% EAA

wymaganie Met u ryb = 5,4% EAA

$$\text{EAA Score} = \frac{3,5}{5,4} \times 100 = \mathbf{65}$$



To właśnie metionina ogranicza wartość  
wykorzystania całego białka w diecie.



## 3. PRZYKŁADY SKŁADNIKÓW BIAŁKOWYCH

### NAJWYŻSZY EAA SCORE

Profil najbardziej zbliżony do potrzeb ryb.

|  |                                          |           |                                   |
|--|------------------------------------------|-----------|-----------------------------------|
|  | Mączka z kałamarnicy<br>(Squid meal)     | <b>80</b> | limitując:<br><b>lizyna</b>       |
|  | Mączka z ryb białych<br>(White fishmeal) | <b>80</b> | limitując:<br><b>fenylalanina</b> |
|  | Mączka z kryla<br>(Krill meal)           | <b>76</b> | limitując:<br><b>treonina</b>     |
|  | Candida sp.                              | <b>73</b> | limitując:<br><b>arginina</b>     |



### NAJNIŻSZY EAA SCORE

Duże odchylenie od profilu wymagań ryb.

|  |                                                     |              |                                |
|--|-----------------------------------------------------|--------------|--------------------------------|
|  | Larwy muchy czarnej<br>(Black soldier fly larvae)   | <b>16</b>    | limitując:<br><b>cysteina</b>  |
|  | Fasola / groch strączkowy<br>(Bean / Pea)           | <b>20–22</b> | limitując:<br><b>metionina</b> |
|  | Hydrolizaty z piór<br>(Feather protein hydrolysate) | <b>26</b>    | limitując:<br><b>metionina</b> |





# BIAŁKO RYBNE I HYDROLIZATY PROTEIN RYBNYCH W PASZACH DLA AKWAKULTURY



## 1. DLACZEGO BIAŁKO RYBNE JEST NAJLEPSZE?

O wartości żywieniowej białka decydują:

- Profil aminokwasów egzogennych (EAA)
- Strawność białka
- Smakowitość i pobranie paszy

### PROFIL AMINOKWASOWY BIAŁKA RYBNEGO

- ✓ wysoka zawartość lizyny
- ✓ wysoka zawartość metioniny
- ✓ dobre dopasowanie do wymagań ryb



### STRAWNOŚĆ (%)

część składników odżywczych pobranych z paszą, która została strawiona i wchłonięta przez organizm ryby.



Wysoka zawartość białka nie oznacza automatycznie wysokiej wartości żywieniowej. O wykorzystaniu białka przez ryby decydują jednocześnie: profil aminokwasowy, strawność oraz pobranie paszy.



## 2. DLACZEGO STRAWNOŚĆ JEST TAK WAŻNA?



PASZA



TRAWIENIE



WCHŁANIANIE



WZROST RYBY

Wysoka strawność oznacza:

- ✓ lepsze wykorzystanie składników odżywczych
- ✓ szybszy wzrost
- ✓ niższy FCR
- ✓ mniejsze wydalanie azotu
- ✓ mniejsze obciążenie środowiska

### CO TO JEST FCR?

FCR (Feed Conversion Ratio) = ilość paszy potrzebna do uzyskania 1 kg przyrostu masy ryby.

### WZÓR

$$FCR = \frac{\text{kg paszy}}{\text{kg przyrostu}}$$

### PRZYKŁAD

1,0 kg paszy → 1 kg przyrostu → FCR = 1,0

1,5 kg paszy → 1 kg przyrostu → FCR = 1,5

➔ Im niższy FCR, tym efektywniejsze żywienie.



## 3. CZYM SĄ HYDROLIZATY PROTEIN RYBNYCH?

Hydrolizaty protein rybnych (FPH)

= mieszanina peptydów, oligopeptydów i wolnych aminokwasów powstała w wyniku kontrolowanej hydrolizy białek rybnych.

### SCHEMAT PRODUKCJI



Surowiec rybny

(mięso ryb, produkty uboczne przetwórstwa)

HYDROLIZA



Enzymatyczna (proteazy)

- papaina
- bromelaina
- pepsyna

- ✓ najczęściej stosowana
- ✓ wysoka wartość odżywcza
- ✓ kontrolowany stopień hydrolizy



Kwasowa

- HCl

- ✓ szybka
- ✗ degradacja części aminokwasów



Alkaliczna

- NaOH

- ✓ wysoki stopień hydrolizy
- ✗ możliwość uszkodzenia aminokwasów



Fermentacyjna

- enzymy mikroorganizmów

- ✓ łagodny proces
- ✗ dłuższy czas procesu

HYDROLIZAT PROTEIN RYBNYCH



bioaktywne peptydy



krótkie peptydy



wolne aminokwasy



związki smakowo-zapachowe



## HYDROLIZATY PROTEIN RYBNYCH ŁĄCZĄ ZALETY WYSOKIEJ JAKOŚCI BIAŁKA I WYSOKIEJ STRAWNOŚCI



lepsza dostępność aminokwasów



szybsze wchłanianie peptydów



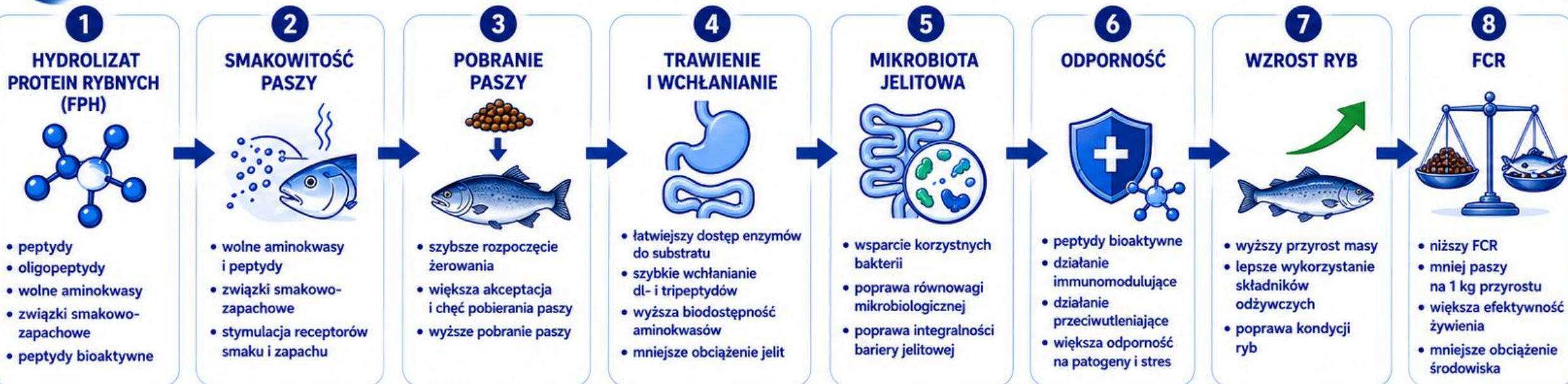
wysoka smakowitość paszy



potencjalna poprawa wzrostu i wykorzystania paszy







## STADIA MŁODOCIANE (larwy, narybek, podchowany narybek)

Znaczenie FPH jest bardziej funkcjonalne

- ✓ niedojrzały układ pokarmowy
- ✓ ograniczona aktywność enzymów trawiennych
- ✓ wysokie wymagania pokarmowe
- ✓ silny efekt smakowości
- ✓ szybszy wzrost
- ✓ wyższa przeżywalność

Typowe efekty obserwowane w badaniach

- 📈 wzrost przyrostów
- 📈 poprawa przeżywalności
- 📈 poprawa FCR
- 📈 szybsza adaptacja do pasz suchych

## RYBY STARSZE (młodzież, ryby towarowe, tarlaki)

Znaczenie FPH jest bardziej funkcjonalne

- ✓ poprawa smakowości
- ✓ poprawa wykorzystania paszy
- ✓ wsparcie zdrowia jelit
- ✓ wsparcie odporności
- ✓ ograniczenie skutków stresu
- ✓ lepsza kondycja ryb

Typowe efekty obserwowane w badaniach

- 📈 poprawa pobrania paszy
- 📈 poprawa FCR
- 📈 poprawa parametrów odporności
- 📈 poprawa kondycji ryb







# EFEKTY ZASTOSOWANIA HYDROLIZATÓW PROTEIN RYBNYCH (FPH) W PASZACH DLA RÓŻNYCH GATUNKÓW RYB



## 1. WZROST I WYKORZYSTANIE PASZY

### ✓ POZYTYWNY EFEKT



**Łosoś atlantycki** (*Salmo salar*)

- wyższe tempo wzrostu
- lepsze wykorzystanie białka (PER)



**Okoń morski europejski** (*Dicentrarchus labrax*)

- szybszy wzrost
- lepsze przeżycie larw



**Barramundi** (*Lates calcarifer*)

- poprawa wzrostu przy umiarkowanym dodatku FPH



**Dorada czerwona** (*Pagrus major*)

- poprawa wzrostu
- lepsze wykorzystanie paszy



**Flądra japońska** (*Paralichthys olivaceus*)

- poprawa wzrostu
- wyższa retencja białka



**Kulik żółty** (*Pseudosciaena crocea*)

- wyższe tempo wzrostu



**Pomfret złoty** (*Trachinotus blochii*)

- poprawa wzrostu



### NEGATYWNY EFEKT PRZY WYSOKICH POZIOMACH FPH



**Turbot** (*Scophthalmus maximus*)

- spadek wzrostu
- pogorszenie wykorzystania paszy



**Flądra japońska** (*Paralichthys olivaceus*)

- obniżenie wzrostu



**Barramundi** (*Lates calcarifer*)

- pogorszenie wzrostu



**Ateryinka Chapala** (*Chirostoma estor*)

- obniżenie wzrostu



## 2. POBRANIE PASZY I SKŁAD CHEMICZNY CIAŁA

### ✓ POZYTYWNY EFEKT



**Łosoś atlantycki** (*Salmo salar*)

- większe pobranie paszy
- lepsze wykorzystanie białka



**Flądra japońska** (*Paralichthys olivaceus*)

- wyższa retencja białka
- wyższa zawartość białka w ciele



**Jesiotr perski** (*Acipenser persicus*)

- wzrost zawartości białka w organizmie



**Turbot** (*Scophthalmus maximus*)

- poprawa składu ciała przy umiarkowanych poziomach FPH



### NEGATYWNY EFEKT



**Turbot** (*Scophthalmus maximus*)

- spadek zawartości białka i tłuszczu przy wysokim poziomie FPH



**Jesiotr perski** (*Acipenser persicus*)

- spadek zawartości białka przy najwyższych poziomach FPH



## 3. UKŁAD IMMUNOLOGICZNY I ODPORNOŚĆ

### ✓ POZYTYWNY EFEKT



**Kulik żółty** (*Pseudosciaena crocea*)

- ↑ lizozym
- ↑ IgM
- ↑ aktywność dopełniacza



**Dorada czerwona** (*Pagrus major*)

- ↑ IgM
- ↑ SOD
- ↑ odporność na *Edwardsiella tarda*



**Flądra japońska** (*Paralichthys olivaceus*)

- ↑ lizozym
- ↑ MPO
- ↑ odporność na *Edwardsiella tarda*



**Okoń morski europejski** (*Dicentrarchus labrax*)

- ↑ odporność na *Vibrio anguillarum*



**Barramundi** (*Lates calcarifer*)

- ↑ odporność na *Streptococcus iniae*
- ↓ infekcje *Vibrio harveyi*



**Pomfret złoty** (*Trachinotus blochii*)

- ↑ odporność na *Streptococcus iniae*



**Bass japoński** (*Lateolabrax japonicus*)

- ↑ lizozym
- ↑ dopełniacz
- ↑ fagocytoza



### BRAK POTWIERDZONEJ POPRAWY ODPORNOŚCI



**Łosoś atlantycki** (*Salmo salar*)

- brak poprawy przeżywalności po zakażeniu



**Dorsz atlantycki** (*Gadus morhua*)

- brak trwałej poprawy odporności



**Łosoś coho** (*Oncorhynchus kisutch*)

- poprawa parametrów odpornościowych, ale bez wzrostu przeżywalności



**Jesiotr perski** (*Acipenser persicus*)

- brak wpływu na odporność przeciw *Aeromonas hydrophila*



## KLUCZOWE WNIOSKI



Optymalne poziomy FPH poprawiają wzrost i wykorzystanie paszy wielu gatunków ryb.



FPH mogą zwiększać aktywność nieswoistego układu odpornościowego i odporność na infekcje.



Efekt jest gatunkowo zależny – nadmierny udział FPH może prowadzić do pogorszenia wyników.

### ŹRÓDŁO:

Nguyen M.C., Fotadar R., Giridharan B. (2023). The effects of fish protein hydrolysate as supplementation on growth performance, feed utilization and immunological response in fish: A review. MATEC Web of Conferences 377, 01020.



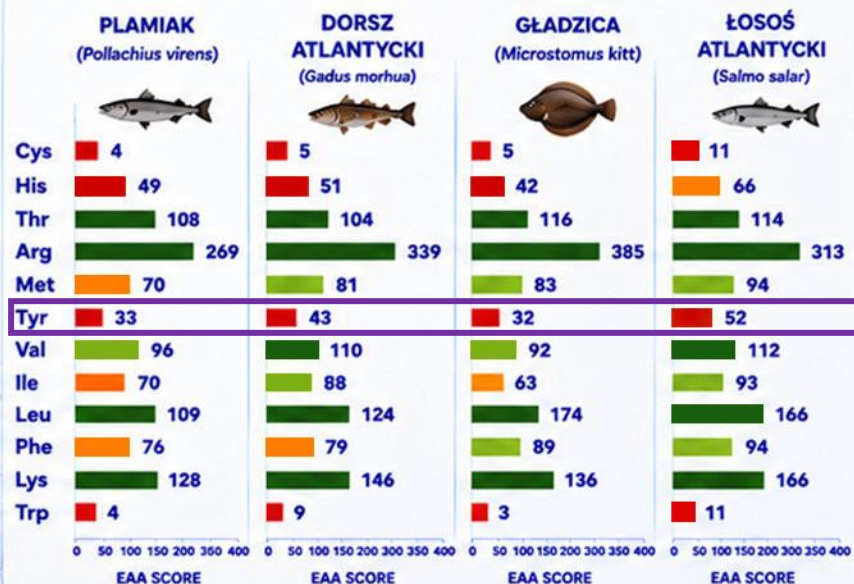




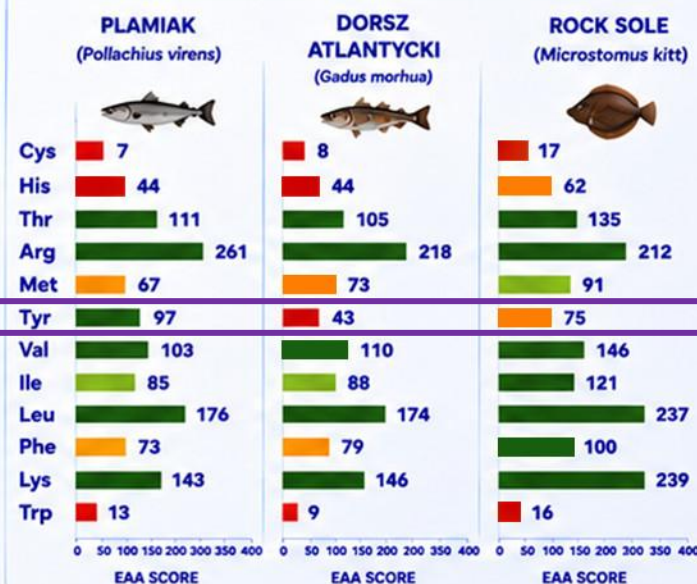
# EAA SCORE HYDROLIZATÓW PROTEIN Z RYB

Wyniki badań MIR-PIB – hydroliza bromelainą

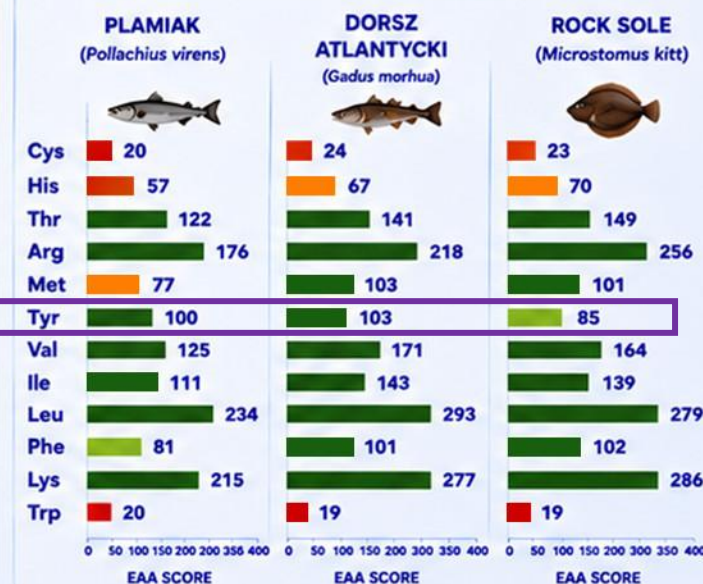
## HYDROLIZATY ZE SKÓR (EAA Score)



## HYDROLIZATY Z KRĘGOSŁUPÓW (EAA Score)



## HYDROLIZATY Z TKANKI MIĘŚNIOWEJ (EAA Score)



Interpretacja EAA Score:

≥ 100

bardzo dobrze dopasowany

80–99

dobrze dopasowany

60–80

średnio dopasowany

< 60

słabo dopasowany

### AMINOKWASY Z SCORE < 60 – SKÓRY



- Cys – we wszystkich 4 gatunkach
- His – u dorsza i gładzicy
- Tyr – u plamiaka, dorsza i gładzicy
- Trp – we wszystkich 4 gatunkach

### AMINOKWASY Z SCORE < 60 – KRĘGOSŁUPY



- Cys – u plamiaka i dorsza
- His – u plamiaka i dorsza
- Tyr – u dorsza i rock sole
- Trp – we wszystkich 3 gatunkach

### AMINOKWASY Z SCORE < 60 – TKANKA MIĘŚNIOWA



- Cys – we wszystkich 3 gatunkach
- Trp – we wszystkich 3 gatunkach



Ograniczeniem hydrolizatów rybnych są aminokwasy siarkowe (Cys), histydyna (His) oraz tryptofan (Trp) – ich niedobór można uzupełnić poprzez suplementację lub łączenie z innymi źródłami białka.

DANE: MIR-PIB (hydroliza bromelainą)







# EAA SCORE RÓŻNYCH KOMPONENTÓW PASZ

Wyniki badań MIR-PIB – hydroliza bromelainą

KRĘGOSŁUPY  
PLAMIAKA  
(*Pollachius virens*)



MACZKA  
Z KRYLA  
(*Euphausia superba*)



HYDROLIZAT  
Z PIÓR



MACZKA  
Z LARW MUCHY  
(*Hermetia illucens*)

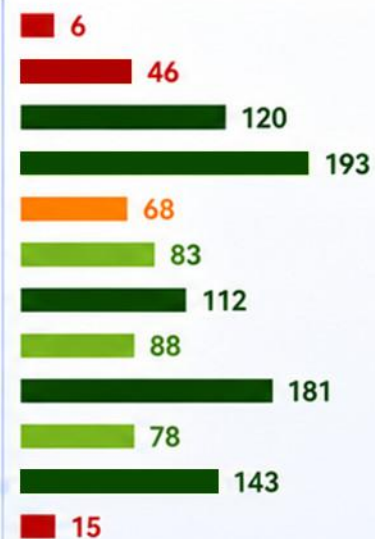


NASIONA  
SŁONECZNIKA



AMINOKWASY  
NIEZBĘDNE  
(EAA)

Cys  
His  
Thr  
Arg  
Met  
Tyr  
Val  
Ile  
Leu  
Phe  
Lys  
Trp



EAA SCORE (% wartości referencyjnej)

Interpretacja EAA Score:

≥ 100

bardzo dobrze  
dopasowany

80–99

dobrze  
dopasowany

60–79

średnio  
dopasowany

< 60

słabo  
dopasowany



EAA Score przedstawia udział aminokwasów niezbędnych (EAA) w stosunku do wartości referencyjnej (%). Im wyższy wynik, tym lepsze dopasowanie składu aminokwasowego do potrzeb ryb.

DANE: MIR-PIB (hydroliza bromelainą)







# WYNIKI BADAŃ

dla pstrąga (*Oncorhynchus mykiss*) karmionego dietą z wysoką zawartością białka roślinnego wzbogaconą hydrolizatami protein z kręgosłupów i głów łososia



Czas trwania eksperymentu

**90 dni**



Wyjściowa masa ryb

**149 g**



Proteiny roślinne



niska (17%)  
zawartość hydrolizatów protein (LH)



wysoka (32%)  
zawartość hydrolizatów protein (HH)

Hydrolizaty zastąpiły częściowo białko roślinne w diecie.

| WSKAŹNIK                               | PR<br>(proteiny roślinne) | LH<br>(zawartość 17%) | HH<br>(zawartość 32%) |
|----------------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Masa na koniec eksperymentu (g)        | <b>194</b>                | <b>283</b>            | <b>359</b>            |
| Specyficzny wskaźnik wzrostu (%/dzień) | <b>0,30</b>               | <b>0,72</b>           | <b>0,98</b>           |
| Efektywność wykorzystania paszy (FCR)  | <b>0,57</b>               | <b>0,88</b>           | <b>0,97</b>           |
| Współczynnik kondycji (K)              | <b>1,18</b>               | <b>1,30</b>           | <b>1,38</b>           |



## WNIOSEK:

Suplementacja hydrolizatami protein z łososia (kręgosłupy i głowy) istotnie poprawiła wszystkie badane wskaźniki u pstrąga tęczowego.





- Wzrost produkcji w akwakulturze jest uwarunkowany m.in. dostępnością składników paszowych, które mają kluczowe znaczenie dla zrównoważonego rozwoju sektora.
- Dostępność komponentów pochodzenia wodnego może stanowić ograniczenie dla dalszego rozwoju akwakultury, co skłania do poszukiwania alternatywnych źródeł białka.
- Dodatkowym kierunkiem poszukiwań jest optymalne wykorzystanie surowców pochodzenia wodnego, w tym produktów ubocznych przetwórstwa, w celu ograniczenia strat i zwiększenia efektywności wykorzystania zasobów.
- Hydrolizaty protein z ryb pochodzą w dużej mierze z produktów ubocznych przetwórstwa, w przeciwieństwie do mączek rybnych, które niekiedy oparte są o połowy gatunków będących ważnym ogniwem łańcucha pokarmowego w ekosystemach morskich, jak np. **kryl**. Dodatkowo, hydrolizaty protein stanowią komponent funkcjonalny poprawiający właściwości pasz o wysokiej zawartości protein roślinnych. Z tego powodu są zrównoważonym źródłem białka w paszy.
- Obecnie ocena pełnego potencjału hydrolizatów w oparciu o dostępną literaturę naukową jest trudna bo badania są bardzo wybiórcze – najczęściej krótki okres eksperymentu 20–90 dni, niekiedy stosowane są zbyt wysokie poziomy suplementacji.







**MORSKI  
INSTYTUT  
RYBACKI**

PAŃSTWOWY  
INSTYTUT  
BADAWCZY



Fundusze Europejskie  
dla Rybactwa



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



# DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ!



**PRZYSZŁOŚĆ AKWAKULTURY**

Ostróda, czerwiec 2026

Grafiki wykonane z pomocą AI

